

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 13 800 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:
G 01 B 11/16

⑲ Aktenzeichen: 199 13 800.1
⑳ Anmeldetag: 26. 3. 1999
㉔ Offenlegungstag: 19. 10. 2000

DE 199 13 800 A 1

⑦1 Anmelder:
Telegärtner Gerätebau GmbH, 01774 Höckendorf,
DE

⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Lippert, Stachow, Schmidt &
Partner, 01309 Dresden

⑦2 Erfinder:
Peupelmann, Jens, Dipl.-Ing., 09599 Freiberg, DE

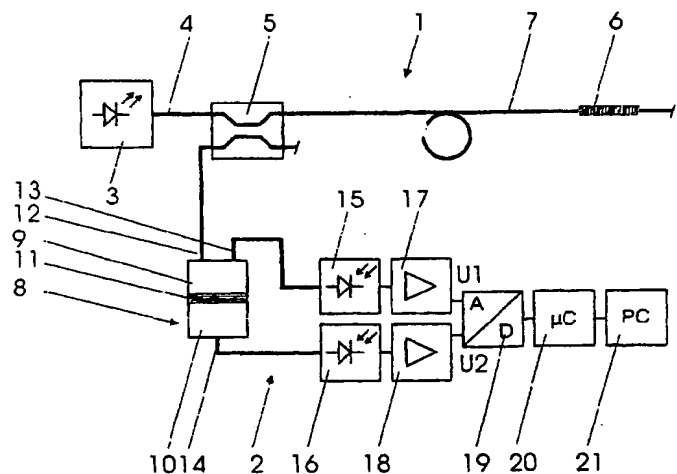
⑤6 Entgegenhaltungen:
US 53 19 435 A
US 51 37 351
US 49 32 742
US 48 42 403
Elektronik, 12/18. Juni 1992, S. 80-86;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Anordnung zur Auswertung schmalbandiger optischer Signale, insbesondere von Faser-Bragg-Gittern

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Auswertung schmalbandiger optischer Signale, insbesondere von Faser-Bragg-Gittern, bestehend aus einer Faser-Bragg-Gitter-Anordnung und einer Auswerteeinheit, mit der vom Faser-Bragg-Gitter rückreflektiertes Licht zur Bestimmung seiner Wellenlänge geteilt, die Signale detektiert, verstärkt und mittels entsprechender Hard- und Software ausgewertet werden.
Die Aufgabe, die darin besteht, die Anordnung so weiterzubilden, daß polarisationsabhängige Verluste bei der Signalaufteilung auf ein Minimum beschränkt werden, die Absolutgenauigkeit der Meßwerte erhöht, ein Empfindlichkeitsgewinn erzielt wird und die Auswertung des rückreflektierten optischen Signals technologisch einfacher und kostengünstiger durchführbar ist, wird dadurch gelöst, daß die Auswerteeinheit (2) zur Signalaufteilung und Frequenz-Amplituden-Wandlung des rückreflektierten optischen Signals einen GRIN-Linsen-Koppler (8, 24) aufweist, an dessen zwischen beiden GRIN-Linsen (9, 10) angeordneter und fest mit den GRIN-Linsen (9, 10) verbundener Filterschicht (11) die Frequenz-Amplituden-Wandlung erfolgt.



DE 199 13 800 A 1

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Auswertung schmalbandiger optischer Signale, insbesondere von Faser-Bragg-Gittern, bestehend aus einer Faser-Bragg-Gitter-Anordnung und einer Auswerteeinheit, mit der das vom Faser-Bragg-Gitter rückreflektierte optische Signal zur Bestimmung seiner Wellenlänge geteilt, die Signale detektiert, verstärkt und mittels entsprechender Hard- und Software ausgewertet werden.

Faser-Bragg-Gitter sind Sensoren in Glasfasern, die unter anderem zur Messung von Dehnung und Temperatur eingesetzt werden. So beispielsweise zur Langzeitüberwachung von Bauwerken, wie Brücken oder ähnliches. Sie sind in sehr geringen Abmessungen herstellbar und besitzen gute Stabilitätseigenschaften, das heißt, sie sind über einen sehr langen Zeitraum einsetzbar. Sie arbeiten quasi kalibrierfrei und können an oder in verschiedene Materialien appliziert werden. Es erfolgt keine Beeinflussung durch elektromagnetische Störstrahlung. Faser-Bragg-Gitter lassen sich einfach kaskadieren, ihr Meßsignal ist wellenlängenkodiert und somit dämpfungsunabhängig.

Zur Auswertung der Meßsignale muß die Wellenlänge des durch das Faser-Bragg-Gitter rückreflektierten Lichtes bestimmt werden.

Bekannt ist, optische Spektrumsanalysatoren in Verbindung mit einer breitbandigen Lichtquelle, wie Erbiumverstärker oder ELED einzusetzen. Diese genügen jedoch meist nicht den hohen Anforderungen bezüglich Auflösung und Absolutgenauigkeit. Außerdem muß die Wellenlänge extern in die vom Sensor gemessene physikalische Größe umgerechnet werden. Für dynamische Messungen ist diese Anordnung auch aufgrund langer Scanzeiten nicht geeignet.

Eine weitere Anordnung und zugehöriges Verfahren offenbart die US 5,319,435. Hiernach wird eine Anordnung zur Auswertung von Dehnungs- oder Temperaturzuständen eines Materials beschrieben, die aus einem optischen Sensor besteht, der als Fühlelement ein Bragg-Gitter aufweist und der mit dem auszuwertenden Material so verbunden ist, daß sich bei Änderung des Materialzustandes auch die charakteristische Bragg-Wellenlänge des Bragg-Gitters ändert. Die Anordnung besteht des weiteren aus einer breitbandigen Lichtquelle, von der aus das optische Signal über einen optischen Koppler zum Bragg-Gitter geleitet wird und aus einer Anordnung zur Teilung des schmalen Spektrums des vom Bragg-Gitter rückreflektierten Lichtes in wenigstens zwei Signale, bestehend aus einem weiteren optischen Koppler, sowie einer Verarbeitungsanordnung zum Auswerten der Signale. Mittels wenigstens eines speziellen Filters erfolgt eine Wellenlängen-Amplituden-Wandlung, um die Wellenlänge des vom Sensor rückreflektierten Lichtes zu bestimmen. Photodioden detektieren die Signale, die anschließend verstärkt, mittels entsprechender Hard- und Software ausgewertet und in die gemessene physikalische Größe umgerechnet werden.

Nachteilig an dieser Lösung sind neben der Empfindlichkeit gegenüber Rückreflexionen, Meßwertschwankungen aufgrund von polarisationsabhängigen Verlusten bei der Signalaufteilung.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, die Anordnung der eingangs erwähnten Art so weiterzubilden, daß polarisationsabhängige Verluste bei der Signalaufteilung auf ein Minimum beschränkt werden, die Absolutgenauigkeit der Meßwerte erhöht, ein Empfindlichkeitsgewinn erzielt wird und die Auswertung des rückreflektierten optischen Signals technologisch einfacher und kostengünstiger durchführbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Anord-

nung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 dadurch gelöst, daß die Auswerteeinheit zur Signalaufteilung und Frequenz-Amplituden-Wandlung des rückreflektierten optischen Signals einen GRIN-Linsen-Koppler aufweist, an dessen zwischen beiden GRIN-Linsen angeordneter und fest mit den Linsen verbundener Filterschicht die Frequenz-Amplituden-Wandlung erfolgt.

Mit dieser Anordnung werden polarisationsabhängige Verluste nahezu vollständig unterbunden, da der GRIN-Linsen-Koppler gegenüber bekannten faseroptischen Kopplern, wie beispielsweise Schmelzkoppler nach einem völlig anderen Wirkprinzip arbeitet. Seine Filtercharakteristik ist durch entsprechende Dimensionierung der Filterschicht frei wählbar, die thermischen Einflüsse auf die Filtercharakteristik sind ebenfalls sehr gering. Der Einsatz dieses einen kompakten Bauelementes, welches beide Funktionen, nämlich Teilung des rückreflektierten Signals bei gleichzeitiger Frequenz-Amplituden-Wandlung durchführt, unterbindet die Freistrahlung des Lichtes, wodurch Fabry-Perot-Effekte, welche die Meßgenauigkeit verringern, unterdrückt werden. Zusätzlich wird ein Empfindlichkeitsgewinn in Bezug auf die in der US 5,319,43 beschriebenen Anordnung erzielt. Weitere spezielle Filter, die als gesonderte Bauteile in die Anordnung eingebunden werden müssen, sind nicht notwendig. Daher ist die erfindungsgemäße Anordnung bei optimaler Meßdatenauswertung kostengünstig herstellbar, die Auswertung der Meßdaten erfolgt auf technologisch einfache Art und Weise.

Nach einer vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Anordnung besteht die Auswerteeinheit aus wenigstens einer breitbandigen Lichtquelle, die mittels Lichtleitfaser ihr Licht in einen faseroptischen Koppler einspeist, der es in ein Faser-Bragg-Gitter weiterleitet und das rückreflektierte Licht direkt dem GRIN-Linsen-Koppler zuleitet, dem faseroptischen Koppler, dem GRIN-Linsenkoppler und der Anordnung zur Verarbeitung der geteilten Signale, bestehend aus Photodioden, Verstärkern und der Hard- und Software.

Mit diesem konstruktiv einfachen Aufbau der Anordnung können über einen langen Zeitraum hinweg beispielsweise Dehnungsänderungen eines Materials oder eines Bauwerkes mittels eines vor Ort angeordneten Faser-Bragg-Gitter-Sensors durchgeführt werden. Der Sensor kann dabei direkt in das Material eingebettet sein. Die Daten sind jederzeit abruf- und an zentraler Stelle mittels der Auswerteeinheit bei hoher Genauigkeit auswertbar.

Nach einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung weist die Faser-Bragg-Gitter-Anordnung wenigstens zwei Faser-Bragg-Gitter auf, die über einen optischen Schalter mit dem faseroptischen Koppler verbunden sind.

Hiernach kann die Auswerteeinheit zur Auswertung der Meßdaten kostengünstig für mehrere Faser-Bragg-Gitter genutzt werden. Mit Hilfe des optischen Schalters werden die auszuwertenden, rückreflektierten Signale der einzelnen Faser-Bragg-Gitter wahlweise oder nach einem vorgegebenen Programm zum GRIN-Linsen-Koppler geleitet.

Aus Kosten und technologischen Gründen von Vorteil ist auch, wenn die Auswerteeinheit wenigstens zwei parallel geschaltete und im Zeitmultiplex arbeitende, breitbandige Lichtquellen aufweist, die über jeweils einen faseroptischen Koppler mit jeweils einem Faser-Bragg-Gitter verbunden sind.

Nach dieser Ausführung der erfindungsgemäßen Anordnung ist es möglich, Meßdaten von Faser-Bragg-Gittern, die gleiche oder auch verschiedene physikalische Größen messen, auszuwerten. Da hierbei vermieden wird, mechanische Bauelemente in den Anordnungsaufbau einzubeziehen, er-

folgen die Messungen schneller, die Meßanordnung ist weniger stör anfällig.

Nach einer besonders einfachen und kostengünstigen Ausführung des GRIN-Linsen-Kopplers weist dieser einen Eingang und zwei Ausgänge für Transmission und Reflexion auf.

Bei Einsatz der Auswerteeinheit zur Auswertung der Meßdaten mehrerer Faser-Bragg-Gitter ist es von Vorteil, wenn der GRIN-Linsen-Koppler wenigstens zwei Eingänge für das rückreflektierte Licht der Faser-Bragg-Gitter und wenigstens zwei Ausgänge für Transmission und Reflexion aufweist.

Dadurch werden weitere zusätzliche Bauelemente eingespart. Allerdings ist die Herstellung solcherart GRIN-Linsen-Koppler technologisch aufwendiger und damit kostenintensiver.

Daher ist erfindungsgemäß des weiteren vorgesehen, daß bei Anordnung mehrerer breitbandiger Lichtquellen und einem GRIN-Linsen-Koppler, der nur einen Eingang aufweist, ein weiterer faseroptischer Koppler zwischengeschaltet ist, der wenigstens die gleiche Anzahl Eingänge aufweist, wie Faser-Bragg-Gitter angeordnet sind und der das rückreflektierte optische Signal aller angeordneter Faser-Bragg-Gitter zum GRIN-Linsen-Koppler leitet.

Die erfindungsgemäße Anordnung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Die zugehörige Zeichnung zeigt dabei in

Fig. 1 eine einfache Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung in prinzipieller Darstellung,

Fig. 2 eine Anordnung zur Auswertung der Meßdaten zweier Faser-Bragg-Gitter, deren Meßdaten über einen optischen Schalter der Auswerteeinheit zugeführt werden,

Fig. 3 einen GRIN-Linsen-Koppler mit zwei Ein- und zwei Ausgängen,

Fig. 4 eine weitere Anordnung, in die der GRIN-Linsen-Koppler gemäß Fig. 3 einbezogen ist und zwei ELED-Lichtquellen, zwei 3 dB faseroptische Schmelzkoppler und zwei Faser-Bragg-Gitter aufweist und

Fig. 5 eine Anordnung mit zwei ELED-Lichtquellen, zwei 3 dB faseroptischen Schmelzkopplern, zwei Faser-Bragg-Gittern, einen zusätzlich zwischengeschalteten 3 dB faseroptischen Schmelzkoppler und einem GRIN-Linsen-Koppler mit nur einem Eingang.

Nach Fig. 1 besteht die Anordnung zur Auswertung von schmalbandigen optischen Signalen aus der Faser-Bragg-Gitter-Anordnung 1 und der Auswerteeinheit 2. Die Auswerteeinheit 2 weist eine breitbandige Lichtquelle, beispielsweise eine ELED 3 auf, die über einen Lichtwellenleiter 4 mit einem optischen 3 dB-Schmelzkoppler 5 und mit einem Faser-Bragg-Gitter 6 der Faser-Bragg-Gitter-Anordnung 1 verbunden ist. Das Faser-Bragg-Gitter 6 ist beispielsweise als Dehnungssensor an oder in einer Brücke fest angeordnet und soll der Langzeitüberwachung von eintretenden Änderungen des Zustandes der Brücke dienen. Der Dehnungssensor besteht dabei im wesentlichen aus einem in einem – in der Zeichnung nicht gezeigten – Sensorträger angeordneten Lichtwellenleiter 7, der das Faser-Bragg-Gitter 6 aufweist.

Der Schmelzkoppler 5 ist des weiteren direkt mit dem GRIN-Linsen-Koppler 8, der sowohl der Teilung als auch gleichzeitig der Frequenz-Amplituden-Wandlung des vom Faser-Bragg-Gitter 6 rückreflektierten Signals dient, verbunden.

Der GRIN-Linsen-Koppler 8 besteht im wesentlichen aus zwei GRIN-Linsen 9 und 10 und einer zwischen beiden fest angeordneten Filterschicht 11, die als Kantenfilter ausgebildet ist. Das rückreflektierte Signal wird über einen Eingang 12 in den GRIN-Linsen-Koppler 8 geleitet und nach Teilung

und Wandlung durch zwei Ausgänge 13, 14 je einer Photodiode 15, 16 und einem Verstärker 17, 18 zur Messung der Energiemenge und zur Umwandlung in Spannungsgrößen zugeführt. Die analogen Spannungswerte werden im weiteren in einem Analog-Digital-Wandler 19 digitalisiert und mittels eines Mikrocontrollers 20 zur Berechnung und Auswertung einem mit entsprechender Software ausgestatteten Computer 21 weitergereicht.

Die Funktionsweise der Anordnung ist folgende:

Das von der ELED 3 kommende breitbandige Licht wird mittels des Schmelzkopplers 5 zum Bragg-Gitter 6 des Bragg-Gitter-Sensors zugeleitet. Dieser leitet Signale in Abhängigkeit von der Wellenlänge weiter, ein schmalbandiges optisches Signal wird über den Koppler 5 rückreflektiert und zum GRIN-Linsen-Koppler 8 geleitet. Hier wird das Leistungsspektrum des rückreflektierten Lichtes entsprechend der vorgegebenen Filtercharakteristik in unterschiedliche Leistungsteile für Transmission und Reflexion aufgeteilt. Dabei erfolgt gleichzeitig die Bewertung des schmalbandigen optischen Signals durch Frequenz-Amplituden-Wandlung. Die dadurch erhaltenen zwei Signale unterschiedlicher Wertigkeit werden über die Ausgänge 13 und 14 des GRIN-Linsen-Kopplers 8 jeweils einer Photodiode 15 oder 16 und einem Verstärker 17 oder 18 zugeleitet und in analoge Spannungswerte U1 beziehungsweise U2 weiterverarbeitet. Diese Spannungswerte U1 und U2 werden im Analog-Digital-Wandler 19 digitalisiert und im Computer 20, 21 entsprechend berechnet, gespeichert und ausgewertet. Durch Bildung des Differenzenquotienten

$$D = \frac{U1 - U2}{U1 + U2}$$

erhält man einen dämpfungsunabhängigen Meßwert. Zur Berechnung der Wellenlänge wird ein Polynom n-ter Ordnung verwendet, welches zuvor durch die Aufnahme einer Eichkurve ermittelt wurde. Die Umrechnung in die gemessene physikalische Größe erfolgt unter Berücksichtigung der konkreten Faser-Bragg-Gitter-Parameter.

Die Fig. 2 bis 5 zeigen weitere mögliche Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anordnung.

Nach Fig. 2 kann das breitbandige Licht der ELED 3 wenigstens an zwei über den Koppler 5 und einem optischen Schalter 22 verbundene Faser-Bragg-Gitter 6 und 23, die in optischen Sensoren angeordnet sind, die auch zur Messung unterschiedlicher physikalischer Größen ausgebildet sein können, weitergeleitet werden. Dabei verbindet der Schalter 22 wahlweise oder nach einem voreinstellbaren Programmablauf die einzelnen Faser-Bragg-Gitter 6, 23 mit der breitbandigen Lichtquelle 3. Der übrige Anordnungsaufbau ist der gleiche, wie anhand der Fig. 1 bereits erläutert.

In Fig. 3 ist eine andere Ausführungsform des GRIN-Linsen-Kopplers gezeigt. Danach weist dieser GRIN-Linsen-Koppler 24 zwei Eingänge 12, 25 und ebenfalls zwei Ausgänge 13, 14 auf, wobei die Anzahl Ein- und Ausgänge auch noch weiter variierbar ist. Das durch den Eingang 12 auf die Filterschicht 11 auftreffende Licht wird entsprechend der vorgegebenen Filtercharakteristik entweder zum Ausgang 14 weitergeleitet oder zu Ausgang 13 rückreflektiert. Trifft das optische Signal durch Eingang 25 auf die Filterschicht 11 auf, dann erfolgt die Aufteilung der Signale durch Ausgang 13 (Transmission) und Ausgang 14 für das reflektierte Signal. Mit der Aufteilung erfolgt die Frequenz-Amplituden-Wandlung des optischen Signals.

Mit diesem GRIN-Linsen-Koppler 24 ist es möglich, wie in Fig. 4 dargestellt, auf den optischen Schalter 22 zu verzichten, der im gesamten Anordnungsaufbau je nach Häufigkeit der auszuführenden Schaltvorgänge ein relativ stör-

anfalliges Bauteil darstellen kann. Nach Fig. 4 ist jedes Faser-Bragg-Gitter 6, 23 über jeweils einen 3 dB-Schmelzkoppler 5, 26 mit je einer ELED 3, 27 verbunden, die parallel geschaltet sind und im Zeitmultiplex arbeiten. Dadurch wird erreicht, daß die Auswertung der schmalbandigen Signale der Faser-Bragg-Gitter 6, 23 stets nach einer vorgegebenen Reihenfolge erfolgt. Mit einer Auswerteeinheit können demnach die Signale mehrerer Faser-Bragg-Gitter 6, 23 ausgewertet werden, was insbesondere aus ökonomischer Sicht von Vorteil ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausführung der erfindungsge-
mäßigen Anordnung ist in Fig. 5 gezeigt. Hiernach ist der GRIN-Linsen-Koppler 8, der nur einen Eingang aufweist, in die Anordnung nach Fig. 4 eingesetzt. Bei dieser Ausführung wird zusätzlich ein 3 dB Schmelzkoppler 28 notwendig, der zwischen den mit den Faser-Bragg-Gittern 6 und 23 verbundenen Kopplern 5 und 26 und dem GRIN-Linsen-Koppler 8 angeordnet ist und der die optischen Signale der einzelnen Faser-Bragg-Gitter 6, 23 dem einen Eingang 12 des GRIN-Linsen-Kopplers 8 zur weiteren Verarbeitung zuleitet. Im weiteren ist diese Anordnung ebenfalls so ausgebildet wie zu Fig. 1 bereits erläutert.

Bezugszeichenliste

1 Faser-Bragg-Gitter-Anordnung	
2 Auswerteeinheit	
3 breitbandige Lichtquelle, ELED	
4 Lichtwellenleiter	
5 optischer Koppler	
6 Faser-Bragg-Gitter	
7 Lichtwellenleiter	
8 GRIN-Linsen-Koppler	
9 GRIN-Linse	
10 GRIN-Linse	
11 Filterschicht	
12 Eingang	
13 Ausgang	
14 Ausgang	
15 Photodiode	
16 Photodiode	
17 Verstärker	
18 Verstärker	
19 Analog-Digital-Wandler	
20 Mikrocontroller	
21 Computer	
22 optischer Schalter	
23 Faser-Bragg-Gitter	
24 GRIN-Linsen-Koppler	
25 Eingang	
26 optischer Koppler	
27 breitbandige Lichtquelle, ELED	
28 optischer Koppler	
D Differenzenquotient	
U1 Spannungswert	
U2 Spannungswert	

Patentansprüche

1. Anordnung zur Auswertung schmalbandiger optischer Signale, insbesondere von Faser-Bragg-Gittern, bestehend aus einer Faser-Bragg-Gitter-Anordnung und einer Auswerteeinheit, mit der das vom Faser-Bragg-Gitter rückreflektierte optische Signal zur Bestimmung seiner Wellenlänge geteilt, die Signale detektiert, verstärkt und mittels entsprechender Hard- und Software ausgewertet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auswerteeinheit (2) zur Signalaufteilung

und Frequenz-Amplituden-Wandlung des rückreflektierten optischen Signals einen GRIN-Linsen-Koppler (8, 24) aufweist, an dessen zwischen beiden GRIN-Linsen (9, 10) angeordneter und fest mit den GRIN-Linsen (9, 10) verbundener Filterschicht (11) die Frequenz-Amplituden-Wandlung erfolgt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (2) aus wenigstens einer breitbandigen Lichtquelle (3, 27), die mittels eines Lichtwellenleiters (4) ihr Licht in einen faseroptischen Koppler (5) einspeist, der es in ein Faser-Bragg-Gitter (6) weiterleitet und das rückreflektierte Licht direkt dem GRIN-Linsen-Koppler (8) zuleitet, dem faseroptischen Koppler (8, 24), dem GRIN-Linsenkoppler und der Anordnung zur Verarbeitung der geteilten Signale, die Photodioden (15, 16), Verstärker (17, 18) und Hard- (19, 20, 21) und Software beinhaltet, besteht.

3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Faser-Bragg-Gitter-Anordnung (1) wenigstens zwei Faser-Bragg-Gitter (6, 23) aufweist, die über einen optischen Schalter (22) mit dem faseroptischen Koppler (5) verbunden sind.

4. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (2) wenigstens zwei parallel geschaltete und im Zeitmultiplex arbeitende, breitbandige Lichtquellen (3, 27) aufweist, die über jeweils einen faseroptischen Koppler (5, 26) mit jeweils einem Faser-Bragg-Gitter (6, 23) verbunden sind.

5. Anordnung nach Anspruch 1 und einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der GRIN-Linsen-Koppler (8) einen Eingang (12) und zwei Ausgänge (13, 14) für Transmission und Reflexion aufweist.

6. Anordnung nach Anspruch 1 und einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der GRIN-Linsen-Koppler (24) wenigstens zwei Eingänge (12, 25) für das rückreflektierte Licht der Faser-Bragg-Gitter (6, 23) und wenigstens zwei Ausgänge (13, 14) für Transmission und Reflexion aufweist.

7. Anordnung nach Anspruch 1, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anordnung mehrerer breitbandiger Lichtquellen (3, 27) und einem GRIN-Linsen-Koppler (8), der nur einen Eingang (12) aufweist, ein weiterer faseroptischer Koppler (28) zwischengeschaltet ist, der wenigstens die gleiche Anzahl Eingänge (12, 25) aufweist, wie Faser-Bragg-Gitter (6, 23) angeordnet sind und der das rückreflektierte Licht aller angeordneten Faser-Bragg-Gitter (6, 23) zum GRIN-Linsen-Koppler (8) leitet.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

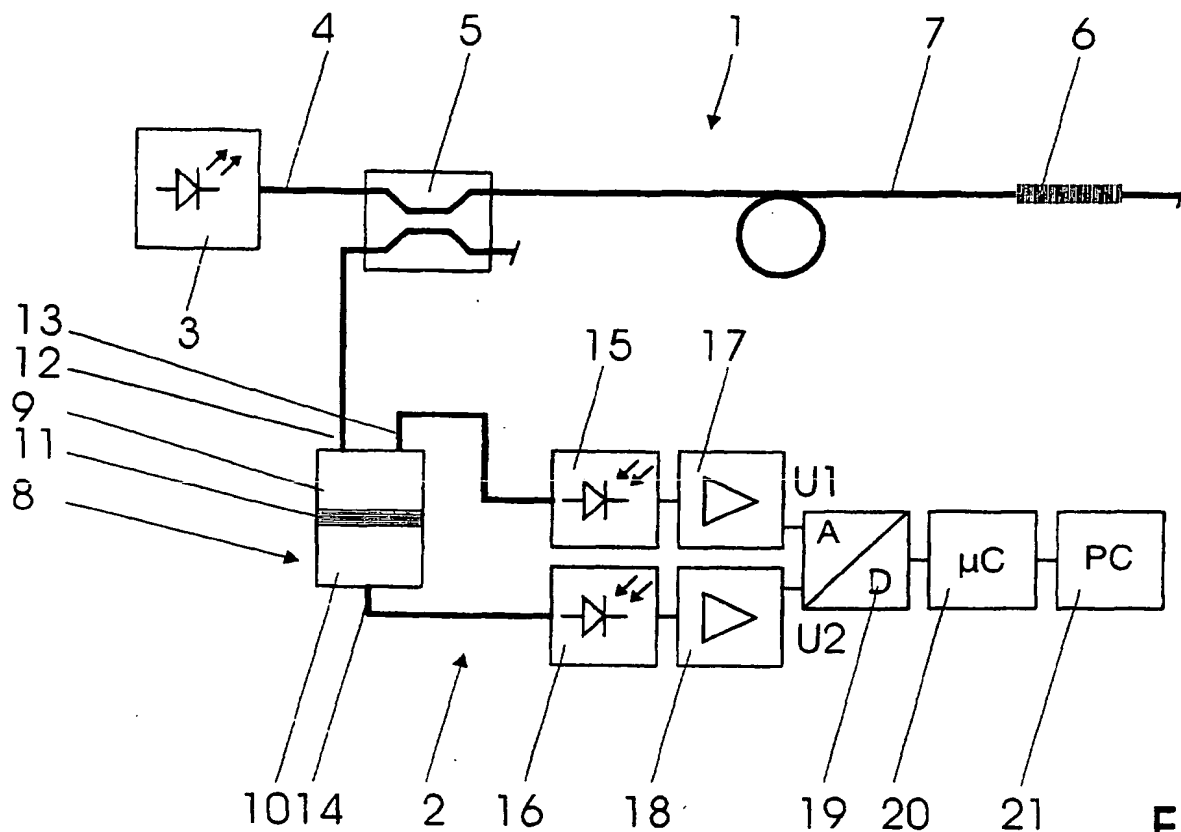


Fig. 1

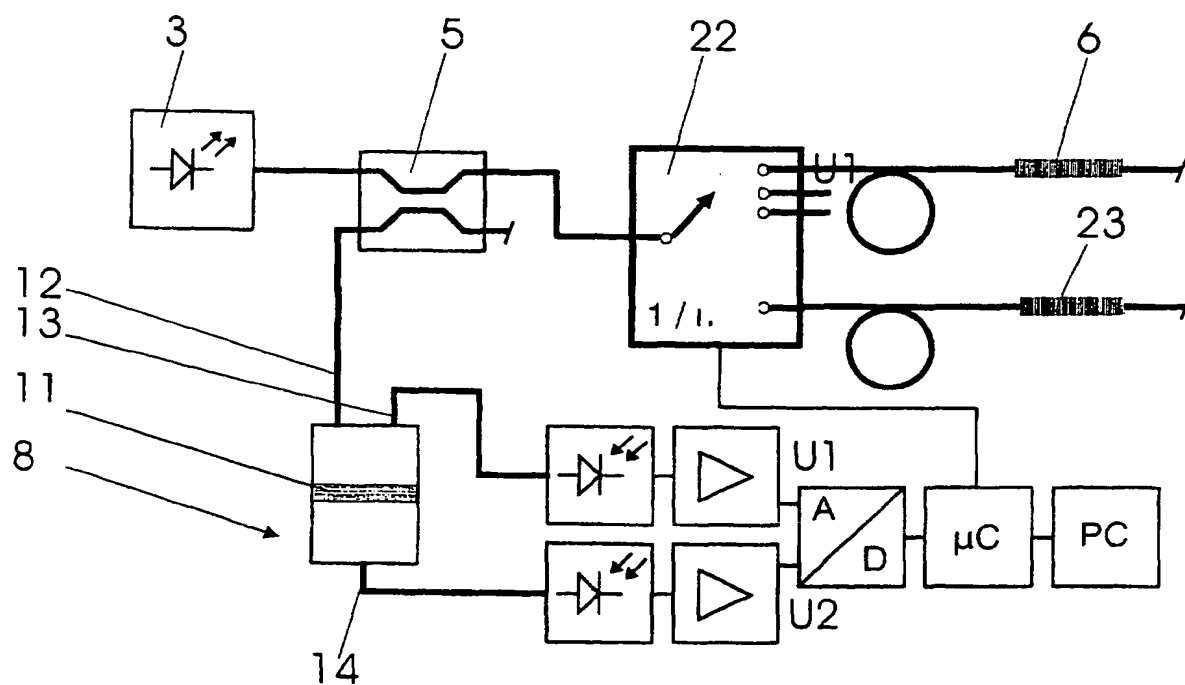


Fig. 2

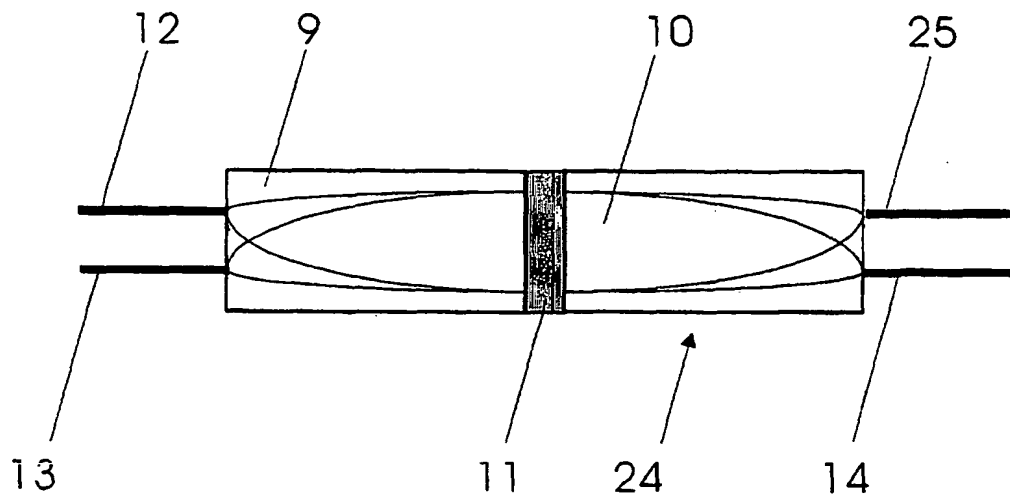


Fig. 3

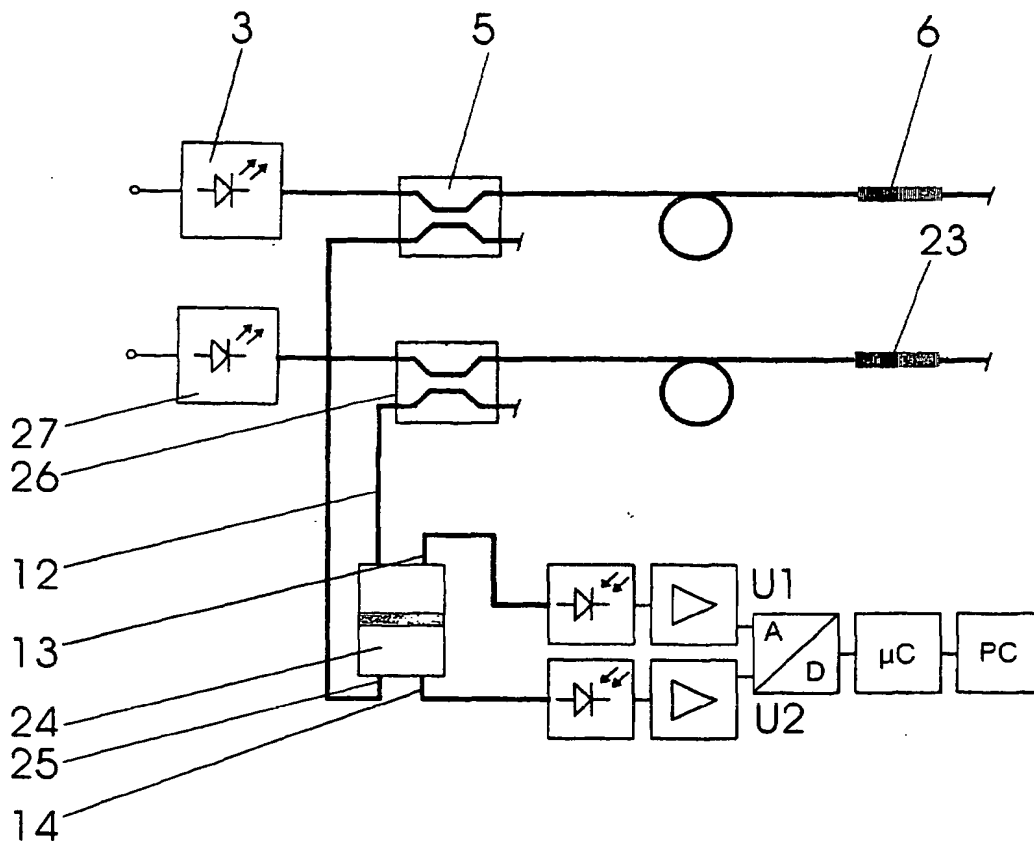


Fig. 4

Fig. 5

